

**UNIVERSIDAD MILITAR**

**NUEVA GRANADA**



**MONITOREO DE LA VEGETACIÓN PLANTADA DE UN ÁREA EN PROCESO DE RESTAURACIÓN  
UBICADA EN PREDIOS DEL BIOPARQUE LA RESERVA (MUNICIPIO DE COTA,  
CUNDINAMARCA)**

Autor:

Daniel Andrés Becerra Moreno

Trabajo de grado

Director:

Oscar Mauricio Ostos R.

Director operativo

**FUNDACIÓN BIOPARQUE LA RESERVA**

**Departamento de restauración ecológica**

**Cota, Cundinamarca**

**AÑO**

---

**MONITOREO DE LA VEGETACIÓN PLANTADA DE UN ÁREA EN PROCESO DE  
RESTAURACIÓN UBICADA EN PREDIOS DEL BIOPARQUE LA RESERVA  
(MUNICIPIO DE COTA, CUNDINAMARCA)**

MONITORING OF VEGETATION IN AN AREA PLANTED RESTORATION  
PROCESS ALTERED BY FOREST FIRES ON THE HILL MAJUY HILLS RANGE ,  
LOCATED ON PREMISES OF THE BIOPARQUE ( MUNICIPALITY OF COTA ,  
CUNDINAMARCA) .

Daniel Becerra<sup>1</sup>

Fundación Bioparque La Reserva (Cota, Cundinamarca)

## **RESUMEN**

Se realizó un monitoreo de una zona en restauración ecológica ubicada en el cerro Majuy en predios del Bioparque la Reserva, y se evaluaron características generales de la vegetación como mortalidad, supervivencia, diámetro a la altura del pecho (DAP), cobertura y algunas características de carácter fenológico dentro de un proceso de evaluación y control. Se encontró que la vegetación presentó una supervivencia del 78,09% en general para el área y que disminuye entre el 2013 y el 2014, relacionado principalmente a especies puntuales con desarrollos rápido como *Smallanthus pyramidalis* o como especies pioneras dentro de una sucesión como *Baccharis latifolia* que ayudan a mantener una cobertura, y originar micrositios que promueven la germinación, el DAP se presentó como una característica que mostró crecimiento en esta misma especie así como la cobertura. La fenología en general estaba representada por estar en una época no reproductiva, con algunas especies que presentaban indicios de floración y otras con procesos de fructificación.

**Palabras clave:** Monitoreo, restauración ecológica, especies nativas, incendios forestales.

## **ABSTRACT**

Monitoring of ecological restoration in an area located on the hill on grounds of Majuy hills range Bioparque Reserve was performed, and general characteristics of the vegetation mortality, survival, diameter at breast height (DBH), coverage and some characteristics were evaluated phenological character in a process of evaluation and control. It was found that the survival of vegetation present a 78.09% overall for the area and decreases between 2013 and 2014, mainly related to specific species with rapid developments as *Smallanthus pyramidalis* or pioneer species within a sequence as *Baccharis latifolia* that help maintain coverage, and cause microsites that promote germination, DAP appeared as a feature that showed growth in this

species as well as coverage. Phenology in general was represented to be in a non-breeding season, with some species exhibiting other signs of flowering fruiting processes.

**Keywords:** Monitoring, ecological restoration, native species, forest fires.

## INTRODUCCIÓN

Las zonas de alta montaña representan el 0.88% del territorio nacional (Higuera *et al.* 2009), y prestan importantes servicios ambientales globales en el mantenimiento de la biodiversidad, el equilibrio entre vastos ecosistemas y el almacenamiento de anhídrido carbónico (García, 2012). La biodiversidad asociada a estos bosques alto andinos proveen: regulación de los ciclos hidrológicos, biogeoquímicos, biológicos y climáticos, la preservación de la fertilidad de los suelos y los ciclos del material orgánico mineral (Vargas, 2007).

La región andina en nuestro país ha estado expuesta a presiones antrópicas ocasionando, el empobrecimiento del suelo, la desaparición de las fuentes de agua, la disminución de la cobertura vegetal nativa y la degradación de los ecosistemas naturales y seminaturales, lo que implica una grave pérdida de los recursos (Cortes, 2003). La Serranía Cota-Chía en la Sabana de Bogotá, no es la excepción ha enfrentado los efectos de la potrerización, la expansión rural, e incendios forestales que han producido la fragmentación y pérdida del ecosistema. En las zonas bajas se encuentran producciones intensivas de hortalizas, papa, cebolla y zanahoria, las cuales consumen altos porcentajes de plaguicidas, afectando la integridad de los remanentes de los ecosistemas naturales (Wiesner *et al.* 2013).

Precisamente, el cerro Majuy ubicado en predios del Bioparque la Reserva, presentó en varias oportunidades incendios forestales, el último ocurrido en el año 2007 que afectó una totalidad de 260 hectáreas de la serranía. Seguido a los incendios, algunos estudios como el de Cantillo *et al.* (2004) demostraban que la zona aún conservaba, elementos de fauna y flora características de bosque alto andino, aunque persistieron algunos relictos en las partes bajas. En las zonas altas, posterior al incendio han arribado y establecido especies de plantas exóticas invasoras, como el helecho marranero (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn.), y retamo liso (*Genista monspessulana* (L.) L.A.S. Johnson) Además de la persistencia de plantaciones forestales exóticas como el eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) y acacias (*acacia melanoxylom* R. Br. y *acacia decurrens* Willd). Dichas especies presentan propiedades alelopáticas que afecta el establecimiento de especies nativas e interrumpen procesos biológicos debido a la presencia de metabolitos químicos, lo que conduce a la degradación del bosque (Ballester *et al.* 1982).

Asimismo la fragmentación a causa de estos procesos se interrumpió y restringió los procesos biológicos en esta zona (Mora, 2012).

Como una alternativa para la recuperación de los ecosistemas degradados surge la restauración ecológica consistente en: “*asistir la recuperación de ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos*” (SER, 2004), cuyo objetivo es la conservación y reposición del capital natural, así como la restitución de los servicios ecosistémicos para su aprovechamiento por parte de la sociedad (Mackinnon, 1990). se distingue de otras prácticas que persiguen objetivos afines en que sus actuaciones se orientan hacia un referente histórico, inciden sobre procesos ecosistémicos que regulan flujos de recursos limitantes, y se implementan de acuerdo con modelos de gestión adaptativa con diferentes etapas dentro del proceso (Brunner, 1997).

Uno de los aspectos importantes que hay que tomar en cuenta al momento de diseñar un programa de restauración del ecosistema es establecer un programa de evaluación y seguimiento, que se estructura como la metodología o protocolos de monitoreo, mantenimiento y control, para asegurar la continuidad en el tiempo (Holl & Cairns, 2002).

Una parte importante dentro del proceso de restauración es el monitoreo el cual está enmarcado dentro del plan de seguimiento y evaluación que registra los continuos cambios que experimenta el ecosistema (suelo, flora, fauna, climatología, entre otros) bajo los diferentes tratamientos de restauración aplicados (Block *et al.* 2001, Aguirre *et al.* 2013). Este monitoreo constante asegura el éxito en la restauración ecológica, ya que brinda la información necesaria para evaluar y ajustar las prácticas de restauración, de modo que puedan ser modificadas en cualquier momento; de esta manera, si los resultados son negativos o indeseables, dichos tratamientos se modifican o detienen; por el contrario, si se obtienen resultados positivos, estos tratamientos se continúan, multiplican, y se mejoran (Block *et al.* 2001).

De acuerdo a lo anterior, en el año 2012 el Bioparque la Reserva en alianza con la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), en el marco del programa Suizagua para recuperar los bosques alto andinos, implementaron un plan de restauración ecológica para áreas alteradas en el cerro Majuy en predios del Bioparque La Reserva, con el fin, de devolver las condiciones del bioma de bosque alto andino a esta zona (Mora, 2012). Se estableció un plan de evaluación y seguimiento en el cual se realizó un monitoreo de la vegetación plantada en una hectárea en restauración ecológica encontrada en el cerro Majuy en predios de la fundación Bioparque La Reserva

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio se localiza en la parte baja del Cerro Majuy en un área de 3 ha en predios del Bioparque la Reserva ubicado en el municipio de Cota (Cundinamarca) que tiene una extensión de 18 ha, en el costado occidental de la serranía Cota-Chía, a 2 Km de la cabecera municipal, entre los 2688 y 2713 msnm y se localiza geográficamente en las coordenadas 04°48'36.9"N, 74°06'57.9"W (Figura 1).

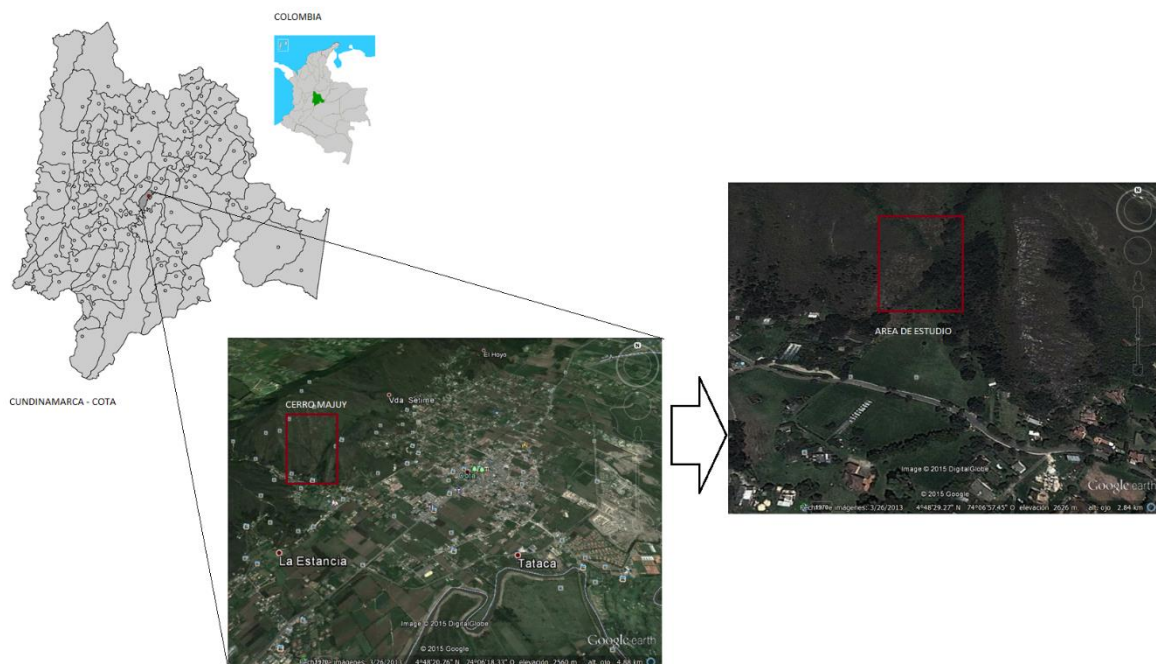


Figura 1: Localización del Área de estudio. Google Earth, 2015.

La precipitación anual varía entre los 750 y 800 mm, con una buena probabilidad de que aumente hacia las zonas más altas, el régimen de distribución de lluvias es bimodal, en la época seca existe un déficit de agua y en la época de lluvias existe indicios de retención de agua pero no de escurrimiento, lo que distribuye la temperatura anual entre los 13 °C, con disminución hasta los 11 °C en la parte alta (Cortes *et al.* 1999). el Suelo cuenta con una estructura geológica de niveles duros, atribuidos a formaciones de tipo Guadalupe, comunes en la Cordillera Oriental, compuestos por cuarcita, pizarra, arenisca y arcilla (Wiesner *et al.* 2013).

### Fase de preparación

Se hizo una revisión bibliográfica, así como la documentación acerca del Plan de Restauración Ecológica y del Programa de Evaluación y seguimiento, relacionado con monitoreos, reconocimiento del terreno identificando los diseños implementados, así como los individuos plantados. Por último se establecieron los parámetros de la toma de datos y una programación de salidas de campo.

### **Fase de campo**

La hectárea estaba dividida en dos zonas (1 y 2) que estaban divididas por un reservorio semiartificial construido en la zona. Se visitaron 25 diseños florísticos con dos años y medio de su plantación de la siguiente manera: En color verde al azar (figura 2). Se evaluaron 13 especies de plantas (Tabla 1) basados en manuales de restauración ecológica para bosque alto andino (Vargas, 2007), obtenidas por disposición de Unidades Municipales de Asistencia técnica (Umata) y por recolección en autoridades ambientales. De acuerdo con Mora (2014) había un remanente de Bosque Secundario (BS) Andino Bajo, con especies nativas como *Cordia cylindrostachya* (Ruiz & Pav.) (salvio negro), *Piper barbatum* Kunth, *Phyllanthus salviaefolia* Kunth (cedrillo), *Oreopanax floribundum* Kunth (mano de oso) y *Myrsine guianensis* (Aubl.) Kuntze (Cucharo), las áreas pintadas en amarillo corresponden a perchas para avifauna, las barreras de protección y las áreas de enriquecimiento en colores gris y marrón respectivamente (figura 2B). Además los individuos sobreviven a los parámetros abióticos del cerro puesto que la zona estaba poblada por *Weinmannia tomentosa* L.f. y contribuía a la retención de nutrientes y recurso hídrico en la zona.

La toma de datos en campo se realizó en un intervalo de dos meses (Marzo y Abril del 2014), según IPCC. 2014, para reducir los cambios e impactos en la vegetación por agentes abióticos asociados al terreno y de carácter antrópico (Hobbs & Hopkins, 1991).

El monitoreo consistió en visitar diseños florísticos escogidos previamente al azar y se hizo por observación directa de los individuos (figura 2). Se siguió un mapa en el cual estaba representado la ubicación de los individuos en cada diseño para el Plan de Restauración Ecológica como lo muestra la figura 2<sup>a</sup>, los diseños florísticos se componían de dos anillos de plantas a manera de protección de una central que en todos los casos pertenecía a *Weinmannia tomentosa* (Encenillo) (Figura 2<sup>b</sup>) que según los estudios preliminares en la zona predominaba esta especie (Mora, 2012).

El orden de visita se realizó a manera de circunferencia siguiendo la numeración que tenía cada individuo plantado. Según Mora (2014) cada planta estaba ubicada a manera de círculos y separadas una de otra 2 m, los individuos se diferenciaban de la vegetación circundante por medio de tutores y una lámina de numeración con

la cual se anotaron los datos en los formatos (Figura 3).

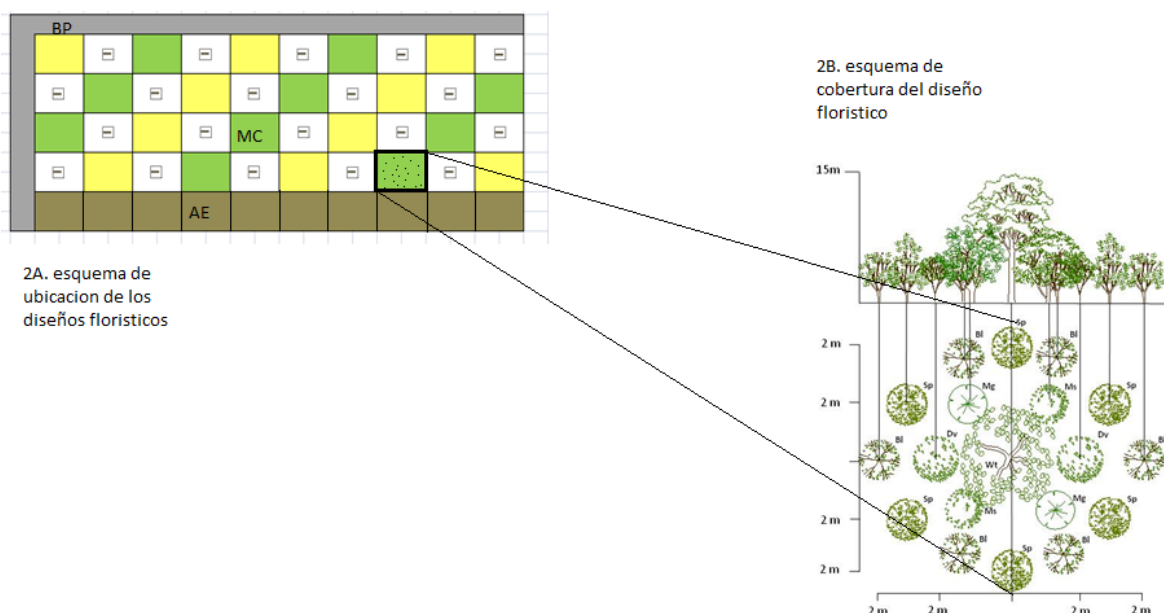


Figura 2: vista del módulo de contención. 2A: MC Diseño Florístico (cuadrante) 2, BP: Barrera de protección, AE: Áreas de enriquecimiento, - : Perchas, hectárea. 2B: vista del diseño florístico (ubicación de las plantas en el cuadrante). Mora .2012.



Figura 3: Vista de un diseño florístico (plantado), se observa los límites, los individuos plantados y sus tutores. Mario F. Mora (Dic 2012).

Debido a que el proceso de monitoreo requiere la menor intervención por parte del investigador, cada individuo fue evaluado en una sola oportunidad para evitar destrucción, remoción y aplastamiento sin obstruir procesos biológicos que estén sucediendo en el momento del monitoreo por tanto se debía tener en cuenta las partes del cuadrante (figura 3).

Las variables tenidas en cuenta en el monitoreo corresponden a parámetros generales, aumento en la cobertura y la sobrevivencia por parte de los individuos, como lo muestra la tabla 1.

Parámetros
Altura a la base de la copa
Diámetro menor
Diámetro mayor
CAP (Cintura a la altura del pecho)
Fenología
Número de hojas

Tabla 1. Parámetros tomados en el formato para el monitoreo de la hectárea en las zonas 1 y 2.

El diámetro mayor y el diámetro menor se usaron como medidas para obtener el parámetro de la cobertura, parámetros como la fenología tenía una escala establecida para la zona.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Total individuos plantados por especie
Asteraceae	<i>Baccharis bogotensis</i> Kunth.	Ciro	3
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz y Pavon) Pers.	Chilco	70
Boraginaceae	<i>Cordia cf lanata</i> Kunth.	Salvio	12
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> Jacq.	Hayuelo	17
Myricaceae	<i>Morela parvifolia</i> (Benth.) Parra-O.	Laurel de cera	1
Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh.	Arrayán	15
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriácea</i> Morales.	Cucharo blanco	2
Myrcinaceae	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze.	Cucharo	20
Araliaceae	<i>Oreopanax floribunda</i> Decne. & Planch.	Mano de oso	15



Asteraceae	<i>Smallanthus pyramidalis</i> (Triana) H. Rob.	Arboloco	76
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	Raque	1
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Garrocho	3
Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	Encenillo	17
Salicaceae	<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	Corono	31

Tabla 2. Especies y número de individuos por especie introducidos en la hectárea monitoreada

## Fase de sistematización y análisis de datos

Los datos tomados en campo se digitalizaron en una matriz general de Excel. De la cual se realizaron tablas dinámicas de cobertura, supervivencia, DAP, fenología, con el objetivo de determinar sus características dasométricas (Mora 2012). Se realizó un análisis cualitativo de estas variables en una porción de bosque (Figura 1) correspondiente a una hectárea en relación a la extensión total del área en restauración. Cada uno de los parámetros se describe a continuación.

### Cobertura

La cobertura de una especie es la suma de las coberturas de sus individuos (Rangel & Velásquez, 1997). Para el cálculo se asumió una forma ovalada de la copa de los árboles donde se midió el eje mayor con el eje perpendicular a este, definiéndolo como la proyección de la copa (Prieto, 1994 en Rangel & Velásquez, 1997). Se evaluó a partir de los datos de los diámetros la cobertura de la copa de cada uno de los ejemplares plantados según lo establecido por Prieto (1994) (Figura 4), que consiste en el cálculo directo en metros cuadrados del área que proyecta sobre el suelo la copa de cada individuo de los estratos altos y por la estimación visual o uso de escalas relativas en los bajos.

La fórmula se aplicó según Rangel & Velásquez (1997):

$$C1=1/2[D1xD2]$$

Donde C1= es la cobertura de la copa de cada individuo y D1 y D2 son los diámetros mayores y menores de la planta respectivamente extraídos de cada individuo.

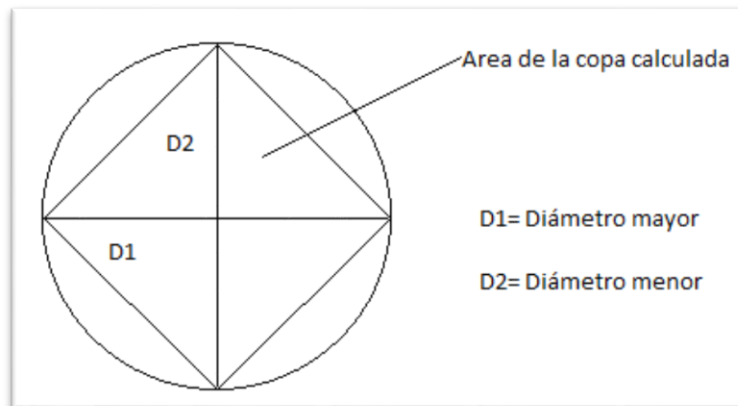


Figura 4: esquema establecido para el cálculo de la cobertura de las plantas monitoreadas. Prieto, 1994 en Rangel & Velásquez, 1997.

### *Diámetro a la altura del pecho (DAP)*

Se estableció según lo propuesto por Rangel (1997) que están relacionadas con el cálculo del área basal en el cual se midió la circunferencia a la altura del pecho de los tallos en los arboles de 1.30 m, para el caso de que las plantas no alcanzaban esta altura se midió la circunferencia a diferentes alturas como se muestra en la tabla 3.

Rango de altura para la planta	Altura de medición de la circunferencia del tallo
0 – 10 cm	1 cm
11 – 129 cm	10 cm
130 – o mas	130 cm

Tabla 3. Referencia del CAP según la altura de la planta

Se aplicó para todos los casos la fórmula citada en Rangel (1997)

$$DAP = CAP / \pi$$

Donde se CAP corresponde a la medida de la cintura a la altura del pecho (CAP) en centímetros y se transforma a diámetro a la altura del pecho.

Cabe anotar que los diámetros para dos años de restauración están representados es en el aporte del número de tallos no del diámetro de un único tallo.

### *Supervivencia*

Este parámetro se ve representado por la probabilidad de que una planta sobreviva en un intervalo de tiempo (Madrigal *et al.* 2007). Para obtener la supervivencia se

midió a manera de porcentaje contando los individuos presentes por especie sobre el total de estos plantados al inicio de la restauración (tabla 2) y de este resultado se extrapolaba la mortalidad de la especie.

A partir de la siguiente formula (Madrigal *et al.* 2007).

$$S(t_i) = (n - i / n) \cdot 100$$

Donde, n-i=número de plantas que sobreviven a un instante  $t_i$  y n= número total de plantas que componen la muestra.

### *Mortalidad*

La mortalidad al contrario de la supervivencia muestra la cantidad de individuos de un grupo que no se encuentran en un intervalo de tiempo determinado a causa de diferentes factores, en este caso las variables abióticas y la presencia de retoños por parte de las plantas invasoras y exóticas (Holl & Cairns, 2002). Se aplicó la fórmula de la supervivencia descrita más arriba y el producto sobrante se extrajo para poder extraer los porcentajes de mortalidad por especie.

Para la comparación de la mortalidad y la supervivencia se usaron datos de un trabajo hecho sobre los mismos individuos de la plantación en el año inmediatamente anterior a este monitoreo.

### *Fenología*

El estado fenológico de las plantas consiste en observaciones de los fenómenos o manifestaciones de las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima reinantes en su hábitat (Yzarra & Lopez, 2012). Para este estudio se tuvo en cuenta los valores en porcentaje fenológicos de las plantas.

Siglas	Estado fenológico
NR	No reproductivo
FL	Floración
FR	Fructificación

Tabla 3. Estados fenológicos evaluados para el monitoreo

## **RESULTADOS**

### **Supervivencia y mortalidad**

Se encontró que la supervivencia de la mayoría de las especies evaluadas se mantuvo sobre el 60% a excepción de *Smallanthus pyramidalis* que presenta una

sobrevivencia por debajo del 50 %. Además se puede extrapolar que la mortalidad se presenta nula solo en 5 especies, proporcionalmente hablando existe mortalidad en la zona pero no es superada por sobrevivencia en términos generales para las dos zonas (Figura 5).

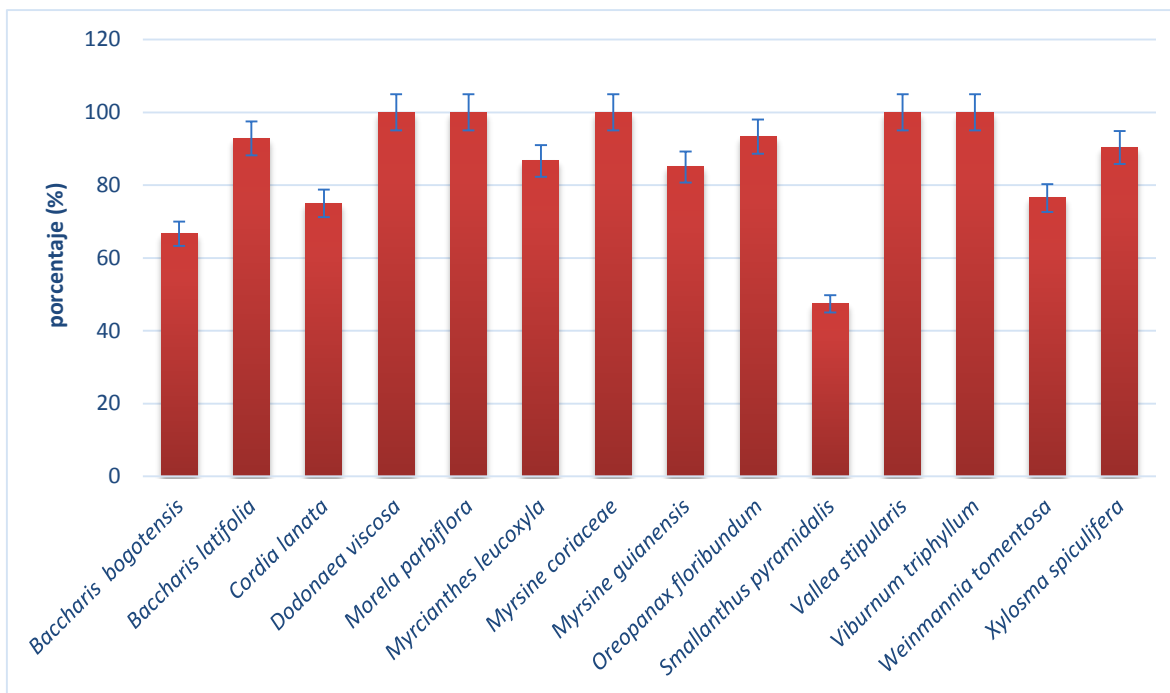


Figura 5. Gráfico de supervivencia, recopilado de los datos de ambas zonas para todas las especies dentro de la hectárea.

## Cobertura

El parámetro de cobertura representa el área que abarcaba cada individuo hacia la parte de la copa de la planta, se midieron los diámetros de las ramas identificando las de mayor amplitud contra las de menor. Pero en promedio la cobertura promedio no estuvo por encima de los 0.15 m (Figura 8).

La cobertura vegetal se ve representada por cuatro especies *Baccharis bogotensis*, *Baccharis latifolia*, *Dodonaea viscosa*, *Viburnum triphyllum*. Ya que estos presentan los mayores diámetros mayores y diámetros menores entre sus individuos, para las dos zonas. En general no hubo coberturas por debajo de 0.05 m

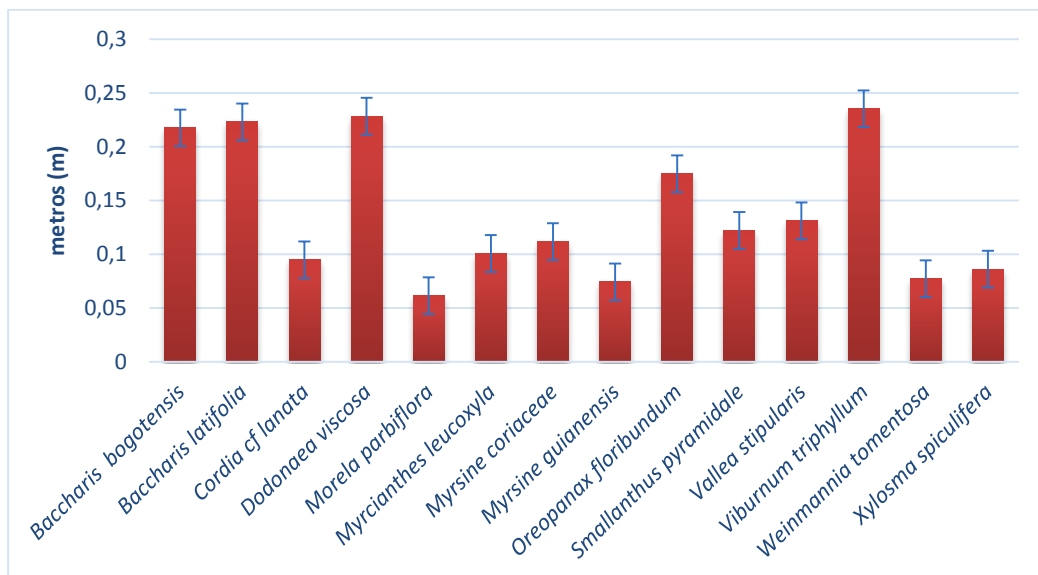


Figura 8. Coberturas promedio por especie para la hectárea monitoreada.

### Diámetro altura al pecho (DAP)

El volumen de los tallos para la hectárea en restauración estuvo representado en mayor proporción por individuos como *Baccharis latifolia* el cual alcanzo el mayor incremento de tallo 0,68 m (figura 6), esta especie presentó la mayor cantidad de tallos (datos no presentados). Mientras que para las demás especies se mantuvo en los 0,5 m.

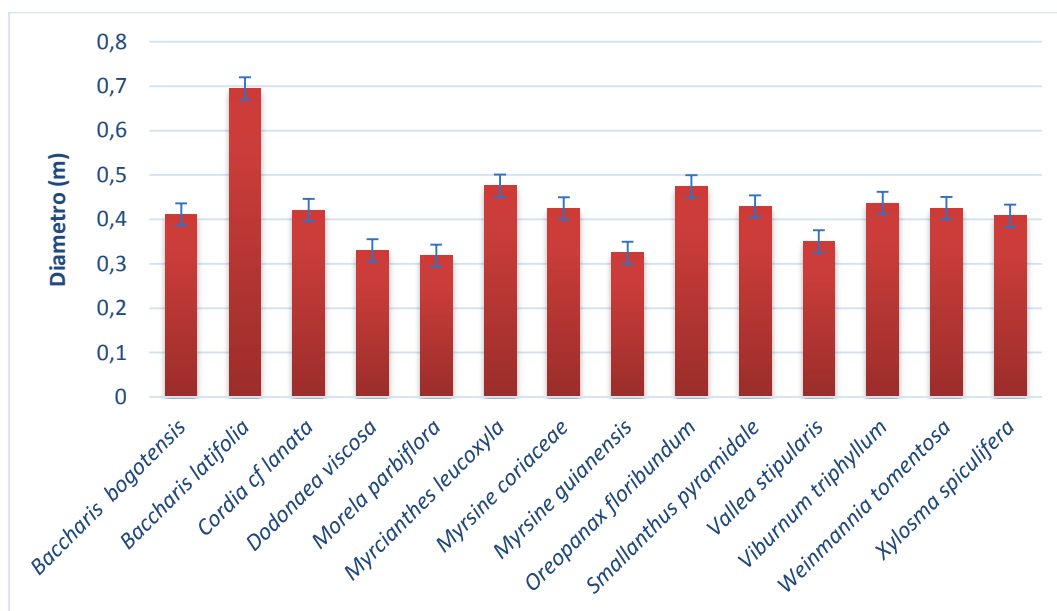


Figura 6. Diámetro a la altura del pecho para las especies de la plantación en el área.

### Fenología

Para el análisis fenológico se presentaron tres parámetros principales, no reproductivo, floración y fructificación y se observaban por el reconocimiento de la

flor y el fruto de cada especie y la ubicación del botón floral si estaba presente o ausente así como para el proceso de fructificación. Se puede evidenciar que en el momento del monitoreo la plantación se encontraba en un mayor porcentaje en estado no reproductivo, se puede destacar que algunas especies como *Baccharis latifolia*, *Myrsine guianensis*, *Smallanthus pyramidalis*, ya presentan inicios en floración, mientras que otras especies como *Dodonaea viscosa*, *Oreopanax floribundum* presentan ya inicios de fructificación (figura. 7).

Igualmente los porcentajes de floración y fructificación de estas especies están presentes en porcentajes bajos.

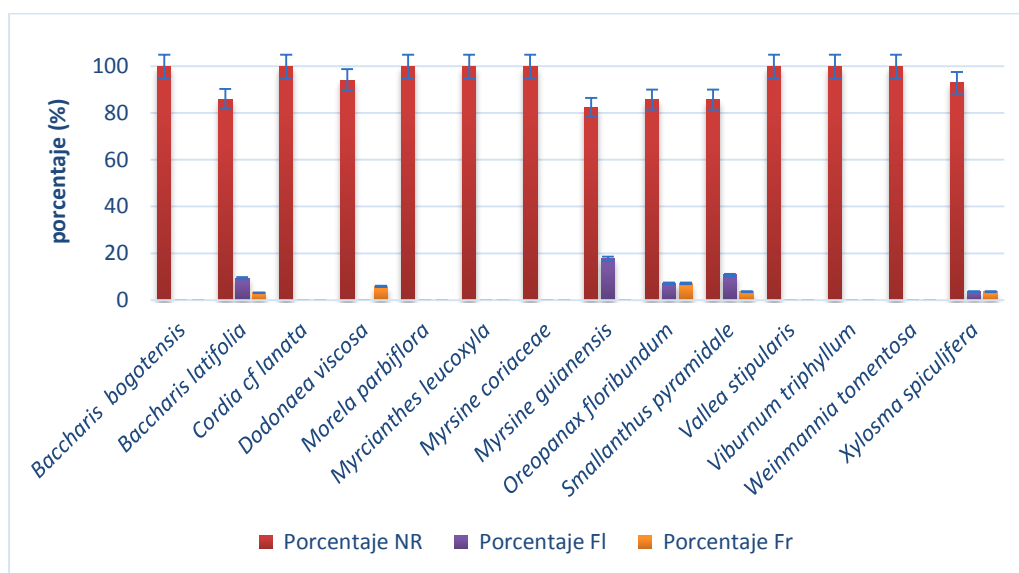


Figura 7. Porcentajes fenológicos establecidos para cada una de las especies de la plantación, (NR) no reproductivo, (FL) floración, (FR) fructificación.

## DISCUSIÓN

Como el proyecto está enmarcado dentro de una pasantía algunas de las variables analizadas presentan unas recomendaciones pues el tiempo de toma de datos para algunas variables requeriría más tiempo, más datos y consecuentemente extraer información específica de cada una de estas. Cabe anotar que cada una de las especies seleccionadas para monitorear se escogió según el plan de restauración ya implementado por Mora (2014) y fue de manera azarosa la evaluación de los diseños visitados.

### *Supervivencia y Mortalidad*

Entre los dos años se evidencia una discrepancia, que se puede ver en la figura 9, la diferencia en común de las dos características, aumenta proporcionalmente un 10.84 % para la supervivencia e inversamente proporcional en el caso de la mortalidad, lo que indica la capacidad de establecimiento en el terreno por parte de

los individuos, esto se asocia a que algunas plantas no han tenido las condiciones óptimas para poder constituirse en el terreno adicionalmente también depende de las especies plantadas (Montes, 2011).

El porcentaje de mortalidad que aumenta entre un año y el otro, característica típica cuando existe un proceso de adaptación de individuos propagados en condiciones de invernadero, en el que influye la capacidad de retención de nutrientes y agua de cada especie, la ausencia de vegetación asociada, y el diseño florístico implementado, por lo cual requiere un intervalo de tiempo en el terreno para la generación de una cobertura (Vargas, 2011).

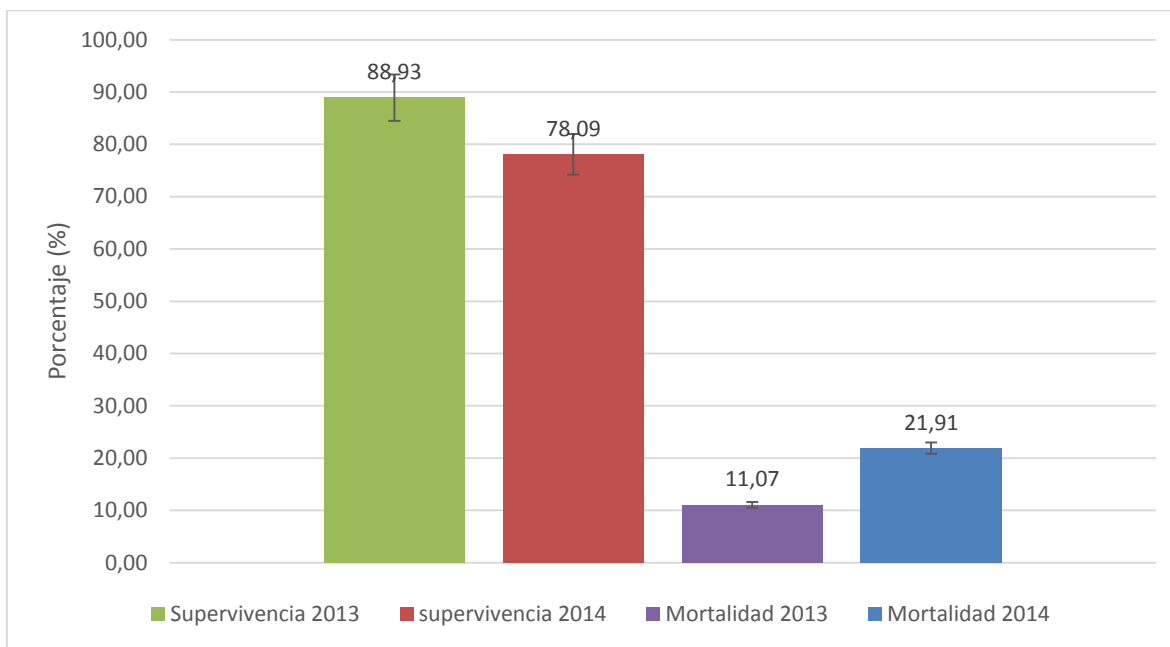


Figura 9. Mortalidad y supervivencia totales para toda la plantación comparado a un anterior monitoreo (2013).

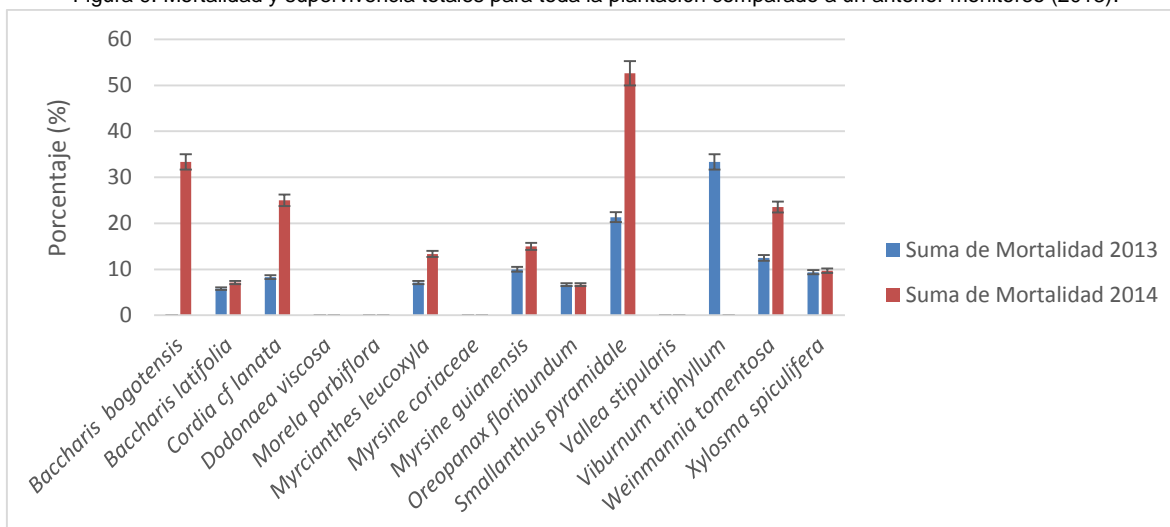


Figura 10. Mortalidad para cada una de las especies en la hectárea en restauración comparada entre el 2013 y 2014.

Las diferencias, en la respuesta de supervivencia están relacionadas a nivel de especie. La zona estaba formada en su mayoría por *Weinmannia tomentosa* que ocasionalmente crece en suelos rocosos (característicos de la zona) (Montes, 2011).

El establecimiento de las plántulas de *W. tomentosa* dentro de la zona se ha visto truncado a causa de la composición del suelo que se encuentra descubierto por los incendios forestales y la capa de nutrientes es reducida (figura 10) la supervivencia disminuye entre el 2013 y el 2014, como se observa en la figura 11, del 89% al 78% aproximadamente, ya que promueve el establecimiento de plantas umbrófilas características de los bosques andinos y se comporta como árbol pionero de ciclo largo, o como una especie secundaria tardía porque invierte más energía en colonizar que en competir, por esta razón presenta porcentajes bajos en esta característica en comparación a otras especies que se encuentran normalmente en estadios tempranos de la sucesión (Montes, 2011). Es preciso decir que esta planta se introdujo según el diseño florístico como la planta central del cuadrante (figura 2). *Smallanthus pyramidalis* y *Cordia lanata* presentaron porcentajes de supervivencia bajos pero porcentajes altos de mortalidad entre el 2013 y 2014 esto se relaciona con estadio sucesional del bosque descrito para *W. tomentosa*, en razón a que estas plantas necesitan oferta favorable de recurso hídrico y nutrientes que se ven limitados en temporadas del año, por un lado especies como *S. pyramidalis* es una planta que se encuentra en los primeros estadios de sucesión en un bosque alto andino y humedales, por tanto su crecimiento es rápido y conserva el suelo húmedo donde crece pero su ciclo de desarrollo es rápido así que sirve para establecer las condiciones óptimas para otras especies como *W. tomentosa* (Garavito, 2010). Por otro lado el alto porcentaje de mortalidad mostrado en *C. lanata* se relaciona a los requerimientos de la especie porque esta planta presenta un crecimiento secundario importante que obstruye su establecimiento en la zona como lo reporta León (2003). Cabe anotar que otras especies con porcentajes de supervivencia igualmente bajos no se tomaron en cuenta por la cantidad de individuos evaluados presentes (tabla 2).



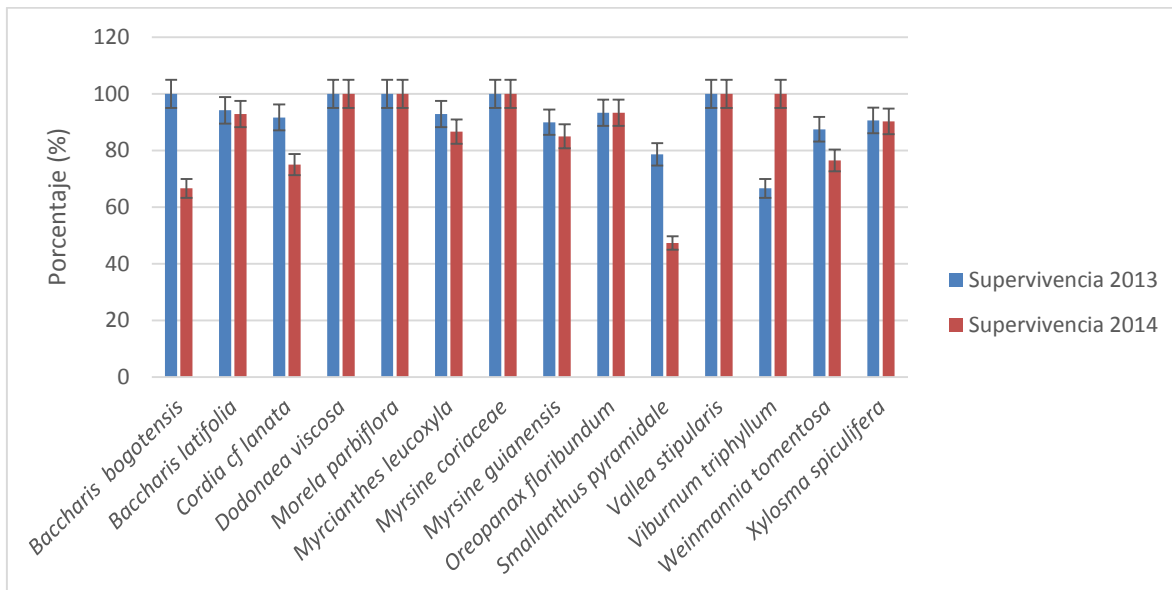


Figura 11. Supervivencia por especie comparado con un monitoreo anterior en la zona (2013-2014).

Por el contrario la supervivencia en otras especies como *B latifolia*, *M leucoxylla*, *M guianensis*, *X spiculifera*, entre otros. Presentan porcentajes con cambios proporcionalmente bajos entre el 2013 y 2014, lo que evidencia que a nivel de especie la relación entre el número de individuos vivos en un intervalo de tiempo (supervivencia) para este trabajo tiene mayor número de especies con porcentajes cercanos al 100%, con respecto a las que presentan bajos porcentajes de supervivencia, esto podría estar sustentado gracias a su particularidad de ser especies arbóreas forrajeras, además presentan gran resistencia y adaptabilidad (Martinez & Navia, 2011). Asimismo Martinez y Navia (2011) reportan una supervivencia de los individuos del 90% en un intervalo de un año en *B latifolia*, que se ajusta a lo presentado en la figura 11. Igualmente se ha reportado que especies como *M leucoxylla* tiene capacidad de resistir la luz directa y la sombra, lo que se podría relacionar a su porcentaje de supervivencia entre un año y el otro (Vargas, 2007). Adicionalmente Sheik & Diaz (2002) reportan que especies como *M guianensis* se considera pionera y común en algunas zonas de los bosques montanos de los andes Colombianos por ende su diferencia en el porcentaje de supervivencia frente a otras especies.

Adicionalmente algunas especies presentan la capacidad de crear micrositios que promueven germinación y consecuentemente mantener la sucesión en esta area.

De acuerdo a los datos encontrados existe un cambio en el paisaje a causa de los procesos de restauración implementados, que por medio de monitoreos constantes, en este caso, un porcentaje de supervivencia las plantas en general para la hectárea entre el año 2013 y 2014.

## Cobertura

La cobertura para el área de estudio se vio representada en general por algunas especies como *Baccharis latifolia*, *Dodonaea viscosa*, *Oreopanax floribundum*, (figura 8) que para los bosques andinos en intervalos de altura de los 2600 a 2800 se encuentran como especies con aportes distintivos con respecto al área de la copa, para la serranía Cota-Chía, ya que estudios como el de Cortés *et al.* (1999) describen a *D viscosa* y el género *Baccharis* como importantes en esta área. La razón está ligada al afloramiento de la roca que confiere a la vegetación una característica de tipo casmofito. Es posible que en una situación natural como un suelo delgado (característico del área de estudio) donde tiene una capa de 5 a 15 cm y se encuentra por debajo de los 2800 msnm predominen estas especies, posiblemente esto sea lo que afecte las áreas de cobertura de las especies introducidas en el área.

Otras especies como el *Smallanthus pyramidalis* presenta aportes de cobertura relativamente bajos primero porque la mortalidad de esta especie se vio representada en las partes de mayor altura dentro del área de estudio, primero porque esta especie requiere suelos húmedos limitados razón que la hace común en humedales además el suelo descubierto, al intercambiar gases con la atmosfera se ve limitado de nutrientes y agua (Garavito, 2010). Además esta especie no genera cobertura suficiente a razón de la forma de su crecimiento es piramidal y la densidad de la copa es abierta, así como su longevidad es de 5 a 10 años por tanto tienen tasas de crecimiento rápidas (EJC, 2007).

## Diámetro altura al pecho (DAP)

El DAP tuvo un comportamiento ligado a la altura y CAP por planta como lo muestra la tabla 3, se disponía de un criterio de medición. Por esta razón especies como *B latifolia* presentan resultados de DAP altos con respecto a las demás ya que los individuos que la representaban en su gran mayoría se encontraban por encima de los 1,30 m. además la contribución de otras estaba anclada a que estas generan gran cantidad de retoños por tanto muchos más tallos llevaban a un amplio rango en el DAP, aunque los retoños crecen en directa proporción a la distancia de siembra (Martinez & Navia, 2011) también dependen de la especie. Mientras que otras especies como *Oreopanax floribundum* tenían menor cantidad individuos con alturas de 1,30 m, y menos retoños, pero tallos con grosores mayores. Por lo cual, el DAP de las plantas introducidas en el área es influenciado por la dominancia de otras especies o la flora asociada, y consecuentemente se relaciona a los procesos de sucesión (Ávila *et al.* 2010).

Las demás especies aportan diámetros que se mantienen sobre el 0,45 m (figura 6) y la mayoría de individuos no se encuentran en el referente de medición de los 1.30 m lo que indica que el suelo presenta impacto de especies invasoras pues al estar cerca a las introducidas en el proceso de restauración afecta los procesos de crecimiento y establecimiento de los individuos, ya que presentan alelopatía (Ballester *et al.* 1982). Adicionalmente parte del proceso de ganancia de altura y DAP de las plantas está relacionado a las propiedades físicas edáficas del suelo, esto sugiere que la zona en restauración monitoreada presenta horizontes someros (Prause *et al.* 2006), aunque se requiere un estudio riguroso, que defina qué condiciones sustenta este crecimiento y como influencia el suelo a las plantas en la zona del monitoreo.

### *Fenología*

En la parte fenológica, el trabajo estableció fases de control para poder enmarcarlas en un porcentaje en este caso se tomaron unas relacionadas a tres procesos generales (no reproductiva, floración, fructificación) de cada planta de los cuales se encontró que la mayoría de los individuos en toda la plantación estaban en un estadio no reproductivo (figura 7) (Mora, 2012). Esto se debe a que en la mayoría de los bosques tropicales la floración está relacionada a épocas secas, pues las plantas deben aprovechar el recurso de la época de lluvias, entonces desarrollan mecanismos de aprovechamiento de agua, ajustando la floración con las épocas secas (Parada *et al.* 2012). En este caso la época de monitoreo se realizó en el inicio de una época de lluvias para ese año entre los meses de Marzo y Abril (Pérez, 2014).

Por otra parte se puede denotar que algunas especies presentan floración dentro de la hectárea, como se ve en la figura 7, como *Baccharis latifolia*, *Myrsine guianensis*, *Oreopanax floribundum*, *Smallanthus pyramidalis* y *Xylosma spiculifera*, exhiben este proceso. Desde el punto de vista adaptativo estas plantas están ligadas a las épocas de lluvia, pero aun así se observa algunos individuos en etapa de floración como lo reporta Parada *et al.* (2012) para bosque altoandino, contrasta con el inicio de otra fase fenológica para la hectárea, que, además requeriría un mayor tiempo de toma de datos, donde se podría apreciar mejor este cambio.

En lo que respecta a la fructificación se observa que algunas especies como *Dodonaea viscosa* presentan frutos (figura 7), adicionalmente la época monitoreada coincide con el término de la época seca y la iniciación de la época de lluvias (Pérez, 2014), este comportamiento de liberar las semillas en diferentes épocas climáticas, puede deberse a que las plantas buscan evitar la competencia inter e intraespecífica para garantizar su éxito reproductivo (Rodríguez, 2006), se requiere extender el trabajo de recolección de datos durante varios años y ampliar las observaciones a

otros aspectos que probablemente disparan mecanismos endógenos en las plantas y las inducen a florecer, fructificar y producir semillas dentro de un sistema de restauración.

## CONCLUSIONES

Este trabajo aporta datos relevantes en lo referente al estado de la vegetación introducida en el cerro Majuy en predios del Bioparque la Reserva, dentro de un proceso de restauración ecológica, para un intervalo de tiempo (comparado entre el 2013 y 2014), ya que muestra cuatro características importantes del estado de los individuos así como el establecimiento de estos en la zona.

La mortalidad y supervivencia de las plantas introducidas en la zona está representada básicamente por cuatro especies *B latifolia*, *M leucoxylla*, *M guianensis*, *X spiculifera* pues son las que presentan las especies con mayor cantidad de individuos y que presentan los mayores porcentajes supervivencia por tanto menores porcentajes de mortalidad, y funcionan como las especies pioneras dentro del proceso de restauración para esta zona, gracias a sus características.

El monitoreo efectuado en la zona muestra que algunas especies como *Smallanthus pyramidalis* se encuentra como una especie que alcanza rápido su crecimiento en la zona y que está relacionado a sus características como se indica en las figuras 7,10 y 11, pero asimismo se ve limitada por la estructura del suelo razón a la que se le atribuye que su supervivencia disminuya, aportando un microclima para el asentamiento de otras especies en la sucesión.

## RECOMENDACIONES

Como el monitoreo realizado en la zona solo abarcó las plantas que se introdujeron, y como hace parte del proceso de evaluación y control se debe monitorear otros aspectos de la restauración ecológica, se debe hacer un estudio de cuál es la flora asociada a las plantas introducidas dentro del procesos de restauración para poder sustentar los procesos de sucesión que estén presentes dentro de la zona.

Se recomienda hacer monitoreos que complementen esta información desde el punto de vista de la dispersión de la semilla por parte del viento o los animales que funcionan como agentes dispersores ya que en el área se encuentran varias especies que utilizan estos mecanismos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre M. Nikolay, Torres C. Jonathan, Velasco-Linares. Patricia. 2013. Guía para la Restauración Ecológica en los Páramos de Antisana. Quito. Pg. 41 – 55.
2. Ávila F., Ángel S., Lopez R. 2010. Diversidad y estructura de un robledal en la reserva biológica Cachalú, Encino (Santander-Colombia). Revista Colombia Forestal Vol. 13 (1): 87-30 p.
3. Ballester A., Arias M, Cobián B., López E. & Vieitez E. 1982. Estudio de potenciales alelopáticos originados por *Eucalyptus globulus* Labill., *Pinus pinaster* Ait. y *Pinus radiata*. Pastos, 12 (2): 239-234.
4. Block W. M, Franklin A. B, Ward J. P (Jr), Ganey J. L, White G. C. 2001. Design and implementation of monitoring studies to evaluate the success of ecological restoration on wildlife. Restoration Ecology 9 (3): 293-303.
5. Brunner R.D y Clark T. W. 1997. A Practice-based Approach to Ecosystem Management. Conservation Biology 11: 48–58.
6. Cortes-S S. 2003. Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de La Serranía De Chía (Cundinamarca, Colombia). Structure of the arboreal and shrubby vegetation of the Eastern flank of the Serranía de Chía (Cundinamarca, Colombia). Caldasia, 25: 119-137.
7. Cortés-S S, Van der Hammen T & Rangel-Ch O. 1999. Comunidades vegetales y patrones de degradación y sucesión en la vegetación de los Cerros occidentales de Chía-Cundinamarca-Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 23(89): 529-554.
8. Cantillo E, Rodriguez K, Avella E. 2004. Caracterización florística, estructural, diversidad y ordenación de la vegetación, en la reserva forestal Cápatos, Guasca Cundinamarca. Centro de investigaciones Universidad Distrital. Tesis. Ingeniería Forestal. Bogotá. 19 p.
9. Ejército Nacional de Colombia (EJC). 2007. Especies más representativas. Censo del arbolado urbano de la ciudad de Bogotá. Informe técnico. Bogotá. 54 p.
10. García M. 2012. El bosque Alto-Andino: una oportunidad para llevar al educando al aprendizaje significativo y a las estrategias de conservación. trabajo de grado. Departamento de biología, facultad de ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 207p.
11. Garavito M. 2010. Restauración ecológica de áreas afectadas por *Ulex europaeus* L, Serranía el Zuque, reserva forestal bosque oriental de Bogotá, localidad 4 San Cristobal, Bogotá d. c., Colombia. Trabajo fin de

- Master. Master oficial en restauración de ecosistemas, facultad de ciencias. Convenio 005/09 SDA-IDIPRON. Madrid (España). 33p.
12. Hobbs R, Hopkins A. 1991. The role of conservation corridors in changing climate. In: Nature conservation: the role of corridors. Saunders, Hobbs, Surrey y Sons. USA. 381-290 p.
  13. Higuera E., Silva A. & González J. 2009. Caracterización sucesional para la restauración de la reserva forestal Cárpatos, Guasca, Cundinamarca. Revista Colombia Forestal, 12: 103-118 p.
  14. Holl K y Cairns J. 2002. Monitoring and appraisal. pp. 411-432 En: Perrow M. R. & A. J. Davy. Handbook of Ecological Restoration. Cambridge University Press. Cambridge U.K.
  15. IPCC. 2014. Third Assessment Report; Condition and Trends Working Group, C4 Biodiversity, Fig 4.15, C4.4.2; Conceptual Framework, CF7 Analytical Approaches; Sub-Global Working Group Report, S7. <http://www.greenfacts.org/en/ecosystems/figtableboxes/figure7-1-time-scales.htm>. 04.Dic.14.
  16. Jackson L. 1992. The role of ecological restoration in conservation biology. In: Fielder and Jain.
  17. Lieberg P. 1993. Strategies for population reintroduction; effects of genetic variability on population growth and size. Conservation biology 7(1):194-199.
  18. Leon W. 2003. Anatomia de 9 especies del genero *Cordia* L. (Boraginaceae-Cordioideae) que crecen en Venezuela. Revista Forest Venezuela, 47(2) 83-94 p.
  19. Mackinnon DP. 1994. Analysis of mediating variables in prevention intervention studies. In Scientific Methods for Prevention Intervention Research: NIDA Research Monograph 139, DHHS Pub. 94-3631, ed. A Cazares, LA Beatty, pp.127-53. Washington, DC: U.S. Dept. Health Human Serv.
  20. Mackinnon J. 1990. Manejo de áreas protegidas en los trópicos. UICN-PNUMA. 314 p.
  21. Madrigal J., Hernando C., Guijarro M., Díez C. & Gil-J A. 2007. Influencia de la corta ha hecho y tratamiento de residuos en la supervivencia del regenerado natural post-incendio de *Pinus pinaster* Ait. en el monte "Egidos" Acebo (Cáceres, España). Wildfire 2007 Sevilla-España, sesión 8.
  22. Meffe G. K, Carroll C. R. 1994. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
  23. Machlis, G. 1993. Áreas protegidas en un mundo cambiante: Los aspectos científicos. En Parques y progreso. UICN, BID. IV Congreso mundial de parques y áreas protegidas, Caracas, Venezuela. 37-53 p.

24. Martínez L., Navia J. 2011. Evaluación del comportamiento de algunas especies arbóreas y arbustivas bajo dos distancias de siembra. *Revista De Ciencias Agrícolas*, Volumen XXVIII No. 2 129 – 136 p.
25. Montes C. 2011. Estado del conocimiento en *Weinmannia tomentosa* L.F. (Encenillo) y algunas propuestas de estudio sobre su regeneración. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, RIAA 2(1): 45-53.
26. Mora-G M. 2012. Restauración ecológica de un área alterada del cerro Majuy (Municipio de Cota – Cundinamarca). informe técnico. Fundación Bioparque La Reserva. Cota – Cundinamarca. Bogotá. Poster.
27. Mora-G M. 2014. Restauración ecológica de dos áreas alteradas del Cerro Majuy en predios del Bioparque La Reserva (Municipio de Cota, Cundinamarca, Colombia). Informe final. Fundación Bioparque La Reserva. Cota – Cundinamarca. Bogotá. 29 p.
28. Naiman R, Décamps H, Fournier F. 1989. Role of Land/Inland ecotones in landscape management and restoration. Proposal for collaborative research. MAB DIGEST 4, UNESCO. Paris, Francia.
29. Parker, T.V. y Pickett S.T. 1997. Restoration as an ecosystem process: implications of the modern ecological paradigm. En: Urbanska, K.M., N.R. Wobb y P.J. Edwards. *Restoratio Ecology and Sustainable development*. Cambridge University Press. U.K.
30. Prause J., Dalurzo H., Morales L., Fernandez-L C., Arzuaga S. 2006. Relación entre el DAP y altura de fuste en forestaciones de *Schinopsis balansae* Engl. con algunas propiedades físicas en un Albacualf Típico. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas* 2006, resumen A-011: 3 p.
31. Prieto-C., A. 1994. Análisis estructural y florístico de la vegetación de la isla Mocagua, río Amazonas (Amazonia Colombiana). Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia (manuscrito). Bogotá.
32. Parada-Q M., Alarcón-J D., Rosero-L L. 2012. Fenología de la floración de especies ornitófilas de estratos bajos en dos hábitats altoandinos del parque natural municipal ranchería (paipa-boyacá- colombia). *Caldasia* 34(1):139-154. [www.icn.unal.edu.co](http://www.icn.unal.edu.co), 05/08/15.
33. Perez C. 2014. Preparación y alistamiento para la primera temporada de lluvias de 2014. Circular N° 003. Informe final. Unidad nacional para la gestión del riesgo de desastres. Bogotá. 5 p.
34. Rangel-Ch. J. O. & Velásquez A. 1997. Pg 58-87. Métodos de Estudio de la Vegetación. En: *Diversidad Biotica II*. Sexto punto, cálculo de parámetros.
35. Rodríguez-S M., Puentes-A J., Cortez-P F. 2006. caracterización temporal de la lluvia de semillas en un bosque nublado del cerro de Mamapacha (Boyacá - Colombia). *Revista Académica Colombia Ciencia*. 30 (117): 619-

624 p

36. Shafer C. 1990. Nature Reserves, island theory and conservation practice. Smithsonian Institution Press. USA. 189 p.
37. Sheik-E M. & Diaz-C Z. 2002. Arboles aislados en potreros como catalizadores de la sucesión en la Cordillera Occidental Colombiana. Agroforesteria en las Américas, Vol. 9 33 - 34 p.
38. SER. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects. Society for Ecological Restoration International Andrew Clewell, John Rieger, and John Munro. [www.ser.org](http://www.ser.org). 07. Jun.15.
39. Vargas O. 2007. Facultad de Ciencias Guía metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino. Primera edición. Grupo de Restauración Ecológica Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Biología. Bogota. 194p.
40. Vargas O. 2011. Restauración Ecológica: Biodiversidad y conservación. Acta biológica colombiana.16 (2): 221 – 246. [www.revistas.unal.edu.co](http://www.revistas.unal.edu.co). 09.Jun.15.
41. Wiesner D, Russi M, Almendra C, De la Hoz J, Gonzales L, Sarasti H, Ruiz C, Mendez H, Mariño R, Ardila J. 2013. Plan de manejo ambiental (PMA) Universidad de los Andes hacienda El Noviciado. Informe técnico. Final. ECONAT LTDA. Serranía del Majuy – Cota Cundinamarca. 116 p.
42. Yzarra W. & Lopez F. 2012. Manual de Observaciones Fenológicas. MINAG Y SENAMHI, Perú, 99 p.



